

Т.І. Червінський, О.І. Яцишин, М.М. Братичак
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра хімічної технології переробки нафти та газу

ОДЕРЖАННЯ ПЕРОКСИДНОЇ МЕТАКРИЛОВМІСНОЇ ПОХІДНОЇ ДІАНОВОЇ ЕПОКСИДНОЇ СМОЛИ ЕД-22 ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

© Червінський Т.І., Яцишин О.І., Братичак М.М., 2011

Вивчено процес хімічної модифікації метакриловмісної похідної епоксидної смоли ЕД-22 (МВЕС) гідропероксидом трет-бутилу (ГПТБ) у присутності каталітичної системи 18-краун-6 + $ZnCl_2$. Встановлено вплив природи й кількості каталізатора, температури та тривалості процесу на швидкість реакції взаємодії МВЕС з ГПТБ. Синтезовано та охарактеризовано новий пероксидо-метакриловмісний олігомер (ПМВО), що містить у своєму складі пероксидні групи та ненасичений фрагмент метакрилової кислоти. Запропоновано використовувати ПМВО у процесах структурування полімерних сумішей на основі промислової епоксидної смоли.

Ключові слова: хімічна модифікація, епоксидна смола, каталізатор.

Process of chemical modification of methacrylcontained derivative epoxy resin ED-22 (MCER) by *tert*-butyl hydroperoxide (TBHP) in the presence of catalytic system 18-crown ether-6 + $ZnCl_2$ was study in this work. We determined effect of nature and quantity catalyst, temperature and duration of the process on reaction rate in interaction MCER and TBHP. We synthesized and describe novel peroxide-methacrylcontained oligomer (PMDO) which includes in your structure peroxide groups and unsaturated fragment of methacrylic acid. We proposed to use PMDO in process of polymer blend structurization on basic of industrial epoxy resin.

Key words: chemical modification, epoxy resin, a catalyst.

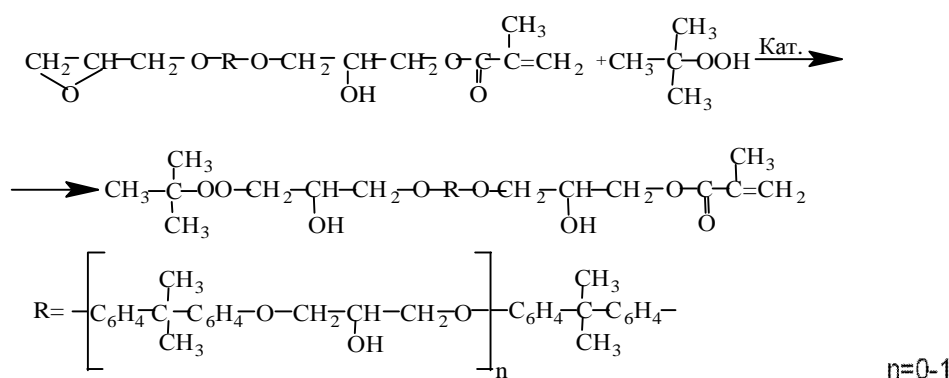
Постановка проблеми. Полімери (олігомери) з пероксидними групами – перспективний клас органічних сполук, які характеризуються присутністю у головних, бічних або на кінцях олігомерних ланцюгів лабільних пероксидних зв'язків. Такі сполуки стали відомими порівняно недавно. Підвищений інтерес до такого типу реакційноздатних сполук зумовлений їхньою практичною значущістю, оскільки за певних умов вони можуть слугувати джерелом вільних радикалів. Такі олігомери використовують як ініціатори радикальних процесів, структуруючі агенти полімерних систем для створення захисних плівок, стійких до дії агресивних середовищ й довкілля. Перевага олігомерних пероксидів порівняно з низькомолекулярними пероксидами полягає у тому, що вони у вищеперелічених процесах одночасно виконують роль як джерела вільних радикалів, так і модифікатора властивостей полімерного виробу, отриманого з його участю. Однак нові вимоги, поставлені промисловістю, вимагають створення нових олігомерних сполук, у молекулах яких, окрім функційних (пероксидних, епоксидних, гідроксильних, карбоксильних) груп, були присутні реакційноздатні зв'язки, здатні брати участь у радикальних процесах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У [1–3] показано, що модифікацією епоксидних смол ненасиченими карбоновими кислотами можна отримувати олігомери з кінцевими подвійними зв'язками. Залежно від складу й умов затвердіння олігомери з кінцевими подвійними зв'язками у поєднанні з іншими сполуками мономерного або олігомерного типів утворюють взаємопроникні сітки [4] або єдину полімерну сітку [5]. У літературі описані численні методи синтезу таких сполук у масі [6], а також в середовищах органічних розчинників [7] у присутності різних каталізаторів. Так, у [8, 9] синтезовано епоксидні олігомери на основі епоксидних смол й акрилової

(метакрилової) кислот, у молекулах яких присутні подвійні зв'язки. Процес здійснювали за температури 383 К з використанням лужних каталізаторів. Отримані в такий спосіб епоксидні олігомери, окрім ненасичених зв'язків, містили залишкові епоксидні групи, що значно розширило сферу використання отриманих олігомерів. На кафедрі хімічної технології переробки нафти та газу Національного університету «Львівська політехніка» впродовж останніх років ведуться систематичні наукові роботи із створення олігомерів, у молекулах яких присутні пероксидні або пероксидні й залишкові функційні групи вихідної речовини [10–14]. Такі олігомери були вивчені як у процесах формування тривимірних зшитих структур, так і в поліконденсаційних процесах.

Мета роботи – розробити метод синтезу на основі МВЕС й гідропероксиду трет-бутилу олігомер, у молекулах якого б одночасно були присутні фрагмент метакрилової кислоти та реакційноздатні пероксидні групи. Вивчити можливість використання такого олігомеру у процесах структурування епокси-олігомерних сумішей на основі промислової епоксидної смоли.

Експериментальна частина. Процес хімічної модифікації МВЕС ГПТБ можна подати такими рівняннями реакції:



Вихідні речовини. Метакриловмісну похідну епоксидної смоли (МВЕС) отримували за методикою, описаною у [15]. Для синтезованої МВЕС було знайдено: молекулярну масу (M_n) 500 г/моль та вміст епоксидних груп (е.ч.) 8 %. та вміст активного кисню ($[O]_{\text{акт}}$) 2,45 %. Гідропероксид трет-бутилу з M_n 90 г/моль використовували без додаткового очищення із вмістом основного продукту 94,5 %. Каталізатором реакції слугувала каталітична суміш, що складалась з 18-краун-6 та хлориду цинку. Олігоестеракрилат (ТГМ-3) – товарний продукт підприємства “Барвник” (м. Рубіжне, Україна) з M_n 280 г/моль. Затвердником епокси-олігомерних сумішей слугував поліетиленполіамін (ПЕПА), який використовували як технічний без додаткового очищення.

Методика проведення кінетичних досліджень. Кінетичні дослідження процесу хімічної модифікації МВЕС ГПТБ здійснювали у тригорлому реакторі з механічним перемішуванням, обладнаному термометром і зворотним холодильником. У реактор завантажували спиртовий розчин МВЕС та ГПТБ, після чого реакційну суміш термостатували до потрібної температури (313, 323 або 333 К) та за безперервного перемішування додавали водні розчини каталітичної системи заданої концентрації та кількості її компонентів у розрахунку на 1 г-екв. епоксидної групи МВЕС. Контроль за перебігом реакції здійснювали за зміною концентрації епоксидних груп у реакційному середовищі. Для цього через певні однакові проміжки часу відбирали проби об’ємом 0,5 мл та визначали в них концентрацію епоксидних груп за методикою [16]. Розрахунок концентрації епоксидних груп здійснювали за виразом:

$$[C]_{\text{еп.гр}} = \frac{(V_x - (V_p - V_k)) \cdot N \cdot K}{0,5}, \text{ (моль/л)},$$

де $[C]_{\text{еп. гр}}$ – концентрація епоксидних груп у розчині, моль/л; V_x – кількість 0,1 н. розчину лугу, що був витрачений на титрування “неробочої проби”, мл; V_p – кількість 0,1 н. розчину лугу, що був

витрачений на титрування “робочої проби”, мл; V_k – кількість 0,1 н. розчину лугу, що був витрачений на титрування каталізатора відібраної проби, мл; $V_{пр}$ – об’єм відібраної проби, 0,5 мл; N – нормальність розчину лугу – 0,1 н; K – поправковий коефіцієнт до 0,1 н. розчину гідроксиду калію або натрію.

Вивчаючи вплив тривалості процесу на перебіг реакції взаємодії МВЕС з ГПТБ, паралельно з визначенням зміни концентрації епоксидних груп визначали зміну концентрації пероксидних груп у реакційному середовищі за методикою [17].

Отримані експериментальні результати були використані для побудови графічних залежностей, з яких визначали ефективні константи швидкостей перебігу реакції взаємодії МВЕС з ГПТБ. Інтерпретацією отриманих результатів в координатах рівняння Арреніуса $\log(K) = f(1/T)$ визначали ефективну енергію активації процесу.

Методика синтезу ПМВО. ПМВО синтезували у тригорлому реакторі з механічним перемішуванням, обладнаному зворотним холодильником і термометром. У реактор завантажували 20,0 г МВЕС і 11,69 г ТБГП, розчинені у 80 мл 2-пропанолу та 25 %-й водний розчин, що містив 6,67 % мольних 18-краун-6 на 1 г-екв. епоксидної групи ПМВО й 20 %-й водний розчин з вмістом 20 % мольних $ZnCl_2$ також у розрахунку на 1 г-екв. епоксидної групи ПМВО. Реакційну суміш термостатували за 323 К впродовж 8 год у середовищі інертного газу. Після закінчення процесу реакційну масу охолоджували до кімнатної температури, переносили у ділильну лійку, а залишки у реакторі змивали розчинником. Реакційну суміш після екстрагування толуеном відстоювали у ділильній лійці впродовж 30 хв до чіткого розшарування. Нижній шар з водним розчином каталізатора зливали, а верхній промивали невеликою кількістю дистильованої води. Органічний шар переносили у колбу та за залишкового тиску інертного газу відганяли $\frac{3}{4}$ розчинника. Вміст колби переосаджували петролейним етером і висушували за температури 318 К та залишкового тиску 133–266 Па до постійної маси. У синтезованому олігомері визначали вміст активного кисню, молекулярну масу та розчинність в органічних розчинниках.

Методика структурування епокси-олігомерних сумішей. Процес структурування епокси-олігомерних сумішей на основі промислової діанової епоксидної смоли ЕД-22 проводили змішуванням промислової смоли ЕД-22, синтезованого ПМВО та олігоестеракрилату ТГМ-3 до однорідної маси. Як затвердник такої композиції використовували ПЕПА. Епокси-олігомерну суміш наносили на скляні пластинки і проводили структурування композицій за кімнатної температури впродовж 24 год, а потім під час нагрівання (403 К) впродовж 15–75 хв. Після структурування плівок визначали їхню твердість на маятниковому приладі М-3 та вміст гел-фракції внаслідок екстрагування розчинником у реакторі Сокслета.

Результати досліджень та їх обговорення. У попередніх наукових роботах було показано [14, 18], що для успішного проведення хімічної модифікації епоксидних смол сполуками з рухомим атомом гідрогену може бути використана каталітична система, яка складається із 18-краун-6 та хлориду цинку. Така каталітична система у співвідношенні 1 : 3 молів відповідно здатна за невисоких температур каталізувати реакцію взаємодії епоксидної смоли з гідропероксидами.

Для розроблення методики процесу хімічної модифікації МВЕС ГПТБ необхідно було встановити вплив основних чинників: природи й кількості каталізатора, температури та тривалості процесу. Результати проведених кінетичних досліджень процесу хімічної модифікації МВЕС ГПТБ наведено у табл. 1.

Як бачимо з цієї таблиці, швидкість реакції взаємодії МВЕС з ГПТБ зростає із збільшенням кількості 18-краун-6 за температури 323 К. Причому найбільше значення константи швидкості реакції досягається під час використання 30 % мол. 18-краун-6 та становить $8,66 \pm 0,35 \cdot 10^{-4}$, л/(моль·с). Водночас, враховуючи те, що швидкість перебігу реакції у випадку використання 40 % мольн. краун-етеру не значно відрізняється від 30 % мольн., то оптимальною кількістю 18-краун-6 було вибрано 30 % мольн. у розрахунку на 1 г-екв. епоксидної групи МВЕС. Під час використання

як каталізатор хлориду цинку найбільше значення константи швидкості реакції становить $12,5 \pm 0,60 \cdot 10^{-4}$ л/(моль·с) за кількості 10 % мол. Подальше збільшення кількості хлориду цинку не приводить до бажаного збільшення швидкості перебігу реакції взаємодії МВЕС з ГПТБ, а тому оптимальною кількістю є 10 % мол.

Для інтенсифікації процесу вивчали можливість спільного використання краун-етеру і хлориду цинку як кокаталізаторів цієї реакції.

З табл. 1 зрозуміло, що за постійної кількості хлориду цинку і збільшення вмісту в катаітичній суміші краун-етеру збільшується швидкість перебігу реакції хімічної модифікації МВЕС ГПТБ. Причому оптимальним співвідношенням 18-краун-6:хлорид цинку є 1:2 молів (табл. 1).

Дослідження впливу температури на швидкість перебігу реакції взаємодії МВЕС з ГПТБ здійснювали за температури 313, 323 і 333 К, зберігаючи оптимальне співвідношення компонентів катаітичної суміші. Як бачимо з табл. 1, найоптимальнішою температурою процесу є температура 323 К. За подальшого зростання температури відбувається потемніння реакційної маси, що свідчить про розклад продуктів реакції. Це вказує на недоцільність здійснення процесу модифікації за високих температур.

Таблиця 1

**Ефективні константи швидкості реакції
взаємодії МВЕС з ГПТБ**

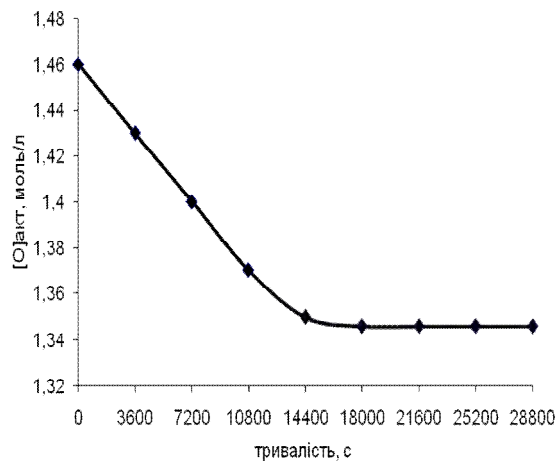
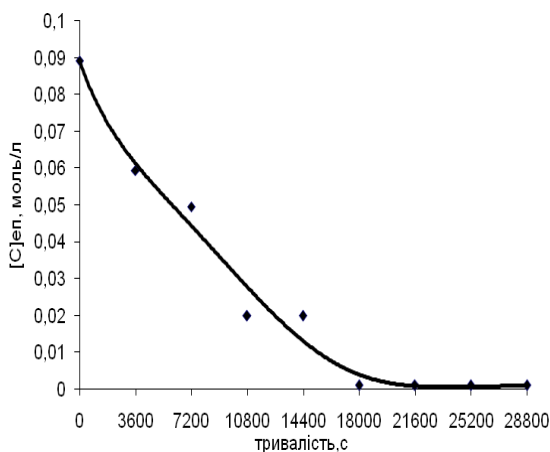
Кількість каталізатора % молн. у розрахунку на 1 г-екв епоксидної групи МВЕС		Температура реакції, К	K _{еф.} · 10 ⁴ , л/(моль·с)	
18-краун-6	ZnCl ₂			
5,0	-	323	Реакція не проходить	
10,0	-		6,34	
20,0	-		7,58	
30,0	-		8,66	
40,0	-		7,47	
-	5,0		8,0±0,36	
-	10,0		12,5±0,60	
-	20,0		7,2±0,80	
-	30,0		4,1±0,46	
-	40,0		4,3±0,36	
3,33	10,0		5,6	
5,0	10,0		9,13	
10,0	10,0		5,06	
5,0	10,0		313	5,20 ± 0,26
5,0	10,0		333	51,0 ± 0,14

Опрацювання отриманих констант швидкості реакції за температур 313, 323 і 333 К та побудова лінійної залежності у координатах $\log(K) = f(1/T)$ дала змогу визначити енергію активації для реакції між МВЕС та ГПТБ, значення якої становить 96 кДж/моль.

Отримані вище результати кінетичних досліджень були використані для встановлення впливу тривалості процесу хімічної модифікації МВЕС ГПТБ. Дослідження здійснювали за вищеописаною методикою, а отримані результати зображено на рисунку.

Як бачимо з результатів, зображених на рисунку, для досягнення повної заміни залишкових епоксидних груп МВЕС на пероксидні необхідно, щоб тривалість процесу становила не менше 5 год.

Отримані результати кінетичних досліджень були використані для розроблення методики синтезу нового олігомеру, який містить у своїй структурі одночасно як пероксидні групи, так і ненасичений фрагмент метакрилової кислоти.



Залежність концентрації епоксидних груп (а) та пероксидних груп (б) у реакційній суміші від тривалості реакції взаємодії МВЕС з ГПТБ за 323 К у середовищі 2-пропанолу. Каталітична система: 18-краун-6 + ZnCl₂ у співвідношенні 1:3 молів відповідно. Кількість ГПТБ – 1 моль у розрахунку на 1 г-екв. епоксидної групи МВЕС

За розробленою методикою, яка описана вище, синтезовано ПМВО, який являє собою в'язкий продукт темно-бурштинового забарвлення, розчинний в ацетоні, 2-пропанолі, 1,4-діоксані, бензені, толуені тощо. Для нього знайдено M_n 510 г/моль, $[O]_{акт}$ 3,0 % та е.ч. 0 %.

Синтезований ПМВО є універсальним структурувальним агентом композиційних полімерних матеріалів, оскільки містить лабільні –O–O– та гідроксильну групи й ненасичений фрагмент метакрилової кислоти.

Структуруючу активність ПМВО вивчали в композиціях, склад яких наведено у табл. 2

Таблиця 2

Склад полімерних композицій

Компонент, мас.частини	Композиція		
	I	II	III
Смола ЕД-22	90,0	90,0	90,0
ПМВО	-	10,0	10,0
ТГМ – 3	10,0	10	-
ПЕПА	14	14	14

Структурування композицій проводили за методикою, описаною вище, а отримані результати подано у табл. 3.

Таблиця 3

Залежність вмісту гель-фракції та твердості композицій від складу суміші і тривалості структурування за температури 403 К

Номер композиції	Показник	Значення показника за час структурування, хв.					
		24 год. за н.у.	15	30	45	60	75
I	G	46,5	76,9	77,4	82,1	82,8	80,3
	T	0,00	0,23	0,27	0,31	0,34	0,35
II	G	67,3	77,5	80,0	83,1	84,8	97,2
	T	0,07	0,21	0,35	0,36	0,37	0,45
III	G	61,2	74,8	83,1	83,9	86,5	96,2
	T	0,38	0,45	0,53	0,56	0,58	0,61

Примітка. G – вміст гель-фракції, %; T – твердість плівок за М-3, відн. од.

Як бачимо з табл. 3, у полімерній суміші ПМВО збільшує як твердість плівок, так і вміст гель-фракцій у них. Композиція I, яка не містить ПМВО, при структуруванні впродовж 24 год за кімнатної температури залишається липкою, причому вміст гель-фракції є значно меншим, порівняно з композиціями II і III, що містять у своєму складі ПМВО. Це вказує на те, що за кімнатної температури у композиції I внаслідок присутності ПЕПА відбувається тільки структурування епоксидної смоли ЕД-22. Олігоестеракрилат ТГМ-3 залишається не структурованим. У випадку композицій II і III, крім структурування внаслідок взаємодії молекул ПЕПА з ЕД-22, відбувається розклад пероксидних груп й ненасиченого зв'язку метакрилового фрагмента ПМВО з утворенням вільних радикалів, які викликають тривимірну полімеризацію олігоестеракрилату. Під час структурування за температури 403 К у всіх композиціях відбувається подальше утворення нерозчинних продуктів: у композиції I – внаслідок термічної тривимірної полімеризації ТГМ-3, у композиціях II і III – внаслідок подальшого розкладу –О–О– зв'язків та ненасичених метакрилових фрагментів в ПМВО і полімеризації ТГМ-3. Це дає змогу значно підвищувати як твердість плівок, так і вміст нерозчинних продуктів у суміші. Причому твердість композиції III вже за 30 хв структурування за температури 403 К є достатньою для експлуатації матеріалу. Збільшення вмісту ПМВО у полімерній композиції приводить до зростання кількості лабільних груп, які можуть викликати тривимірну полімеризацію ТГМ-3. Отримані результати вказують на те, що синтезований олігомер, який містить пероксидні групи й фрагмент метакрилової кислоти, може бути використаний як активний структурувальний агент епокси-олігоестерних композицій.

Висновки. Хімічною модифікацією метакриловмісної епоксидної смоли ЕД-22 гідрпероксидом трет-бутилу з використанням каталітичної суміші 18-краун-6 + $ZnCl_2$ отримано олігомер з фрагментом метакрилової кислоти та лабільними –О–О– зв'язками. Синтезований олігомер може бути рекомендований як структурувальний агент епокси-олігоестерних композицій.

1. Макарова С.Н., Красовський А.Н., Алексюк Г.П. и др. Особенности реакции этерификации эпоксидиановых олигомеров ненасыщенными жирными кислотами // Журн. прикл. химии. – 1992. – 65, №3. – С. 662–669. 2. Дух О.И., Симоненко В.В., Медведевских Ю.Г., Братичак М.М. Кинетика взаимодействия акриловой кислоты с эпоксидной смолой ЭД-20 в присутствии диметилензиламина // Укр. хим. журнал. – 1993. – 59, №1. – С.96–99. Братичак М.М., Дух О.И., Мокрий Є.М. Особливості реакції кротонової кислоти епоксидним олігомерам ЕД-20 в присутності триетилбензиламонію хлористого // Доп. АН України. – 1994. – №4. – С.137–139. 4. Липатов Ю.С., Сергеева Л.М. Взаимопроникающие полимерные сетки. – К.: Наук. думка, 1979. 5. Задонцев Б.Г., Барановский Л.А. Эпоксикакриловые смолы: обзор. информация. – М.: НИИТЭХИМ, 1981. 6. Задонцев Б.Г., Бурменко А.С., Барановский Л.А. и др. Реакционноспособные олигомеры, полимеры и материалы на их основе. – М.: НИИТЭХИМ, 1981. 7. Большакова Т.А., Урвелис Т.А., Фомина Н.В. Синтез олигомеров акрилового ряда на основе эпоксидных смол (Пласт. Массы. – 1977. – №9. – С. 42–43. 8. Братичак М.М., Дух О.И. Взаємодія діепоксидного співолігомеру дивінілу з ізопреном з ненасиченими аліфатичними кислотами // Доповіді НАН України. – 1995. №12. – С. 80–82. 9. Братичак М.М., Дух О.И., Мокрий Є.М. Олігомери з ненасиченими подвійними зв'язками на основі співолігомеру дивінілу з ізопреном // Український хімічний журнал. – 1996. – Т.62, № 10. – С. 129–132. 10. Братичак М.М., Братичак Мих.Мих., Базиляк Л.І. Аліфатичні азодинітрильні сполуки з гідрпероксидними групами // Доповіді НАН України. – 2001. – № 12. – С. 120–124. 11. Базиляк Л.І., Медведевський Ю.Г., Братичак М.М. Хімічна модифікація діанової епоксидної смоли ЕД-22 гідрпероксидами в присутності четвертинних амонієвих солей // Укр. хім. журнал. 2001. – Т.67, №11. – С. 58–63. 12. Братичак М.М., Братичак Мих.Мих. Синтез аліфатичних азодинітрильних олігосполук з пероксидними групами // Укр. хім. журнал. – 2002. – Т. 68, № 9. – С. 51–54. 13. Братичак М.М. Вивчення будови пероксидних похідних епоксидних смол методами ІЧ – та ПМР – спектроскопії // Укр. хім. Журнал. – 2003. – Т. 69, № 5. – С. 55–60. 14. Братичак М.М., Червінський Т.І., Гагін М.Б. Модифікація епоксидної смоли ЕД-20 гідрпероксидом трет-бутилу в присутності 18-Краун-6 // Доповіді НАН України. – 2004, № 6. – С. 145–148. 15. Дух О.И. Одержання акрилових

похідних епоксидних сполук і композиційних матеріалів на їх основі: автореф. дис...канд. хім. наук// Держ. ун-т «Львівська політехніка». – Львів, 1994. 16. Сорокин М.Ф., Лялюшко К.А. Практикум по химии и технологии пленкообразующих веществ. – М.: Химия, 1971. – 264 с. 17. Сорокин М.Ф., Лялюшко К.А. Практикум по химии и технологии пленкообразующих веществ. – М.: Химия, 1971. – 264 с. 18. Братичак М.М., Червінський Т.І., Гагін М.Б., Гевусь О.І., Кінаш Н.І. Хімічна модифікація епоксидних смол гідропероксидами в присутності каталітичної системи 18-Краун-6 + ZnCl₂// Укр. хім. журнал. – 2005. – Т.71, № 5. – С. 50–54.

УДК 665.637

Мухаммад Шакир Ал-Амері, О.Б. Гринишин
Національний університет «Львівська політехніка»,
кафедра хімічної технології переробки нафти та газу

ОДЕРЖАННЯ БІТУМІВ ОКИСНЕННЯМ ЗАЛИШКУ ПЕРЕГОНКИ НАФТИ ОРХОВИЦЬКОГО РОДОВИЩА

Ї Шакир Ал-Амері Мухаммад, Гринишин О.Б., 2011

Наведено результати експериментальних досліджень основних закономірностей процесу одержання окиснених нафтових бітумів на основі залишку перегонки важкої високосірчистої нафти Орховицького родовища.

Ключові слова: нафтові бітуми, високосірчиста нафта.

The work deals with the experimental results concerning main regularities of the obtaining of blown petroleum bitumen based on distilled residue of heavy high-sulphuric oil of Orkhovytsk deposit.

Key words: petroleum bitumen, high-sulphuric oil.

Постановка проблеми. Нафта Орховицького нафтового родовища, що знаходиться у Львівській області, за своїми властивостями відрізняється від інших нафт України. Це високов'язка важка нафта, що вирізняється низькою часткою твердих парафінів (2,3 % мас.) і надмірним вмістом сірки (6,3 % мас.), смол (19,8 % мас.) та асфальтенів (13,6 % мас.). Нафта Орховицького родовища видобувається в кількості 4–8 тис. т/рік. Для переробки орховицької нафти збудовано технологічну установку, на якій її розділяють на дистилятні фракції і залишок. Дистилятні фракції використовують як сировину для виробництва товарних нафтових палив на нафтопереробних заводах. Залишок від перегонки орховицької нафти через дуже високий вміст сірки не може використовуватися як компонент мазуту або як сировина для подальшої переробки, оскільки на вітчизняних нафтопереробних заводах немає установок гідроочищення темних нафтопродуктів. Тому його використовують як компонент нафтових бітумів. Недоліком такого використання є те, що якість залишкового бітуму можна регулювати, лише змінюючи глибину відбору дистилятних фракцій з нафти. Значно ефективніше, на нашу думку, було б одержувати на основі залишку орховицької нафти окиснені бітуми, оскільки змінюючи умови окиснення, можна підвищувати якість бітумів і розширювати їхній асортимент.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У літературних джерелах описані процеси одержання залишкових та окиснених нафтових бітумів [1–3], вказано на переваги та недоліки цих методів. Співробітниками кафедри ХТНГ Національного університету «Львівська політехніка» вивчено процес одержання окиснених нафтових бітумів з використанням як сировини залишків від переробки нафт західноукраїнських та східноукраїнських родовищ [4]. У цих роботах описано вплив технологічних чинників на процес одержання окиснених нафтових бітумів. Досліджено також процес модифікації бітумів з українських нафт нафтополімерними смолами [5]. Але результати, наведені у цих публікаціях, не можуть бути перенесені на інші об'єкти, зокрема на орховицьку нафту, оскільки вона за своїми властивостями відрізняється від інших нафт України.